

Über Onychaster, einen Schlangenstern aus dem Karbon.

Eine Kritik und Erwiderung auf eine gleichnamige Arbeit von Igerna B. J. Sollas-Cambridge.

Von

Friedrich Schöndorf, Hannover.

Hierzu Figur 3—12 auf Tafel III und 2 Figuren im Text.

Die nachstehende Abhandlung über Onychaster, einen karbonischen Schlangenstern, gibt eine Kritik und zugleich eine Erwiderung auf eine Studie, die Fräulein Igerna B. J. Sollas[1]) vor kurzem, 15. Mai 1913, unter dem gleichen Titel in den Philosophischen Abhandlungen der Königl. Gesellschaft von London veröffentlicht hat.

In dieser Studie sucht die Verfasserin, Zoologin am Newnham College zu Cambridge, nachzuweisen, dass die bisherigen paläontologischen Untersuchungsmethoden, soweit sie sich auf die Präparation der Echinodermen, speziell der Schlangensterne, beziehen, «vollkommen veraltet sind» und für morphologisch und anatomisch vergleichende Betrachtungen keine brauchbaren Resultate ergeben. Sie wendet sich insbesondere mit ihren Vorwürfen gegen eine vom Verfasser[2]) bereits vor vier Jahren über den gleichen Gegenstand in diesen Jahrbüchern veröffentlichte Arbeit, deren Resultate sie zwar stark anzweifelt, ohne dabei aber auf ihren Inhalt in irgend einer Weise auch nur näher einzugehen, was sie indessen

[1]) Sollas, Igerna, J. B., On Onychaster, a carboniferous brittle-star. Philosoph. Transact. of the Royal Society of London. Ser. B. vol. 204, p. 51—62, pl. 8 and 9. London 15. 5. 1913.

[2]) Schöndorf, Fr., Organisation und Aufbau der Armwirbel von Onychaster. Jahrb. d. Nass. Ver. f. Naturk. 62. Jahrg. Wiesbaden 1909. S. 47 bis 63, Taf. VI.

nicht abhält, über die Resultate des Verfassers und vor allem über die angewandte Untersuchungsmethode ein hartes, abweisendes Urteil zu fällen. Ob dieses «Urteil», wenn eine auf keinerlei Belege begründete Ansichtsäusserung überhaupt diese Bezeichnung verdient, gerechtfertigt ist, mögen die Leser nach Durchsicht nachfolgender Erwiderung selbst entscheiden.

Es dürfte befremdlich erscheinen, dass ich auf die von Fräulein Sollas veröffentlichte Studie hier ausführlicher antworte, da sich dieses mit weniger Worten vielleicht ebenso gut gelegentlich des zu erstattenden Referates hätte machen lassen, aber dafür sind mehrere Gründe mafsgebend gewesen. Fast eine jede Arbeit, mag sie noch so sorgfältig und unparteiisch in Angriff genommen worden sein, hat Mängel und Fehler, das wird am wenigsten ein Paläontologe leugnen, der gewöhnt ist, mit vielfach mangelhaftem und unvollkommenem Materiale zu arbeiten, und es ist nicht verwunderlich, dass eine spätere Nachprüfung der Resultate an der Hand besseren Materiales unter Umständen gewisse Berichtigungen bringen kann, da die ältere Arbeit dem Kenner natürlich sofort anzeigt, wo Schwierigkeiten in der Erklärung vorhanden sind. Derartige Berichtigungen müssen aber natürlich wissenschaftlich durch Belege und Nachweise begründet sein, nicht aber nur in ein paar abfälligen Worten am Eingang oder Schluss der späteren Schrift bestehen, wenn sie nicht einen persönlich kränkenden Charakter annehmen sollen. Einer sachlichen Kritik wird niemand, der publizistisch tätig ist, eine Berechtigung absprechen, im Gegenteil, nur auf einer sachlichen Kritik beruht der Fortschritt in der Erkenntnis. Frl. Igerna B. J. Sollas aber hat in ihrer oben erwähnten Arbeit diese Forderung vollkommen ausser Acht gelassen. In ihrem Bestreben, «die Wahrheit zu ergründen», hat sie sich zu Vorwürfen hinreissen lassen, die nicht nur, wie ich im folgenden zeigen werde, sachlich vollkommen unbegründet sind und sich bei einigermafsen sorgfältigem Durchlesen meiner Arbeit z. T. hätten vermeiden lassen, sondern sie hat auch damit das erlaubte Mafs sicherlich überschritten.

Die «Berichtigung» von Frl. Sollas enthält ferner mancherlei Unrichtigkeiten, die allein auf ihre «verbesserte Untersuchungsmethode» zurückzuführen sind, die aber von ihr zum Ausgangspunkte für entwicklungsgeschichtliche Spekulationen gemacht wurden, die weitere Kreise interessieren und vielleicht auch infolge ihrer zusammenfassenden Darstellung manchen Anhänger finden werden, wie es mit ähnlichen

Darstellungen älterer Autoren bereits mehrfach der Fall war. Sodann aber ist für eine eingehendere Widerlegung das harte, absprechende Urteil mafsgebend gewesen, das die Verfasserin als Zoologin über die bisher nicht nur von mir, sondern von den meisten Paläontologen angewandte Untersuchungsmethode fällt, ein Urteil, das in ihren Kreisen vielleicht manche Zustimmung findet, das aber für den vorliegenden Fall durchaus unberechtigt ist.

Der gegenwärtige Angriff ist nicht der erste, der von dieser Seite gegen den Verfasser unternommen wurde, ein früherer mit noch kürzer gefasstem und noch weniger begründetem Urteil ist bisher von mir unbeantwortet geblieben. Da es nicht ausgeschlossen ist, dass noch mehr derartige «Berichtigungen» über unser gemeinsames Arbeitsgebiet erscheinen werden, ist es nötig, die Kampfesweise meiner Gegnerin einmal etwas näher zu betrachten.

In ihrer Einleitung bespricht Frl. Igerna B. J. Sollas u. a. die Aufstellung der Spezies Onychaster flexilis durch Meek und Worthen[1]) im Jahre 1868 und deren ausführlichere Darstellung im Jahre 1873[2]) und erwähnt, dass diese beiden Autoren bereits die allgemeine Körperform dieser Art mit der auffallend kleinen Körperscheibe, den gerundeten, nach unten eingerollten Armen, die granulierte Haut, das Vorhandensein der Ambulacren, das Mundskelett und die Adambulacralplatten, sowie die die Wirbel und Mundwerkzeuge durchbohrenden Kanäle beschrieben hätten, während die Unterseite der Arme von ihnen nicht beobachtet werden konnte. Auch im Texte finden sich vielfach lobende Hinweise auf jene älteren Darstellungen.

Weiterhin erwähnt die Verfasserin dann die von mir in diesen Jahrbüchern im Jahre 1909 veröffentlichte Arbeit, ohne jedoch deren Resultate, wie es vorher geschehen war, näher anzugeben. Sie beschränkt sich allein auf folgende Sätze (l. c. S. 51f.): «Die einzige weitere Beschreibung von Onychaster flexilis ist die im Jahre 1909 durch Schöndorf. Wir können einen Ausdruck des Bedauerns nicht unterdrücken, dass drei Exemplare dieser seltenen und interessanten Art heute gänzlich veralteten Methoden geopfert worden sind. Nichts-

[1]) Meek und Worthen, Palaeontology of Illinois. Geol. Surv. Illinois 1868, vol. 3.

[2]) Meek und Worthen, Fossils of the Keokuk Group. Geol. Surv. Illinois, 1873, vol. 5.

destoweniger können wir, obwohl wir diese Verschwendung von Zeit und Material beklagen müssen, nicht verfehlen, die Tatsache anzuerkennen, dass dieser Autor endlich als erster versucht hat, einen Vergleich der Wirbel von Onychaster mit denen von modernen Typen zu geben.»

In dieser inhaltreichen Kritik, auch in der ganzen folgenden, etwa neun Quartseiten umfassenden Abhandlung, ist nichts davon gesagt, dass durch die vom Verfasser im Jahre 1909 veröffentlichte Beschreibung von Onychaster zum erstenmale eine eingehendere Darstellung der Gelenkflächen der Armwirbel und ihrer gegenseitigen Verbindung, die übrigens gleich hinterher fast vollkommen in derselben Weise von Frl. Sollas als ihr eigenes Produkt geschildert wird, und eine Darstellung der Unterseite der Armwirbel, die gleichfalls von Frl. Sollas in wesentlicher Übereinstimmung beschrieben wird, und eine genauere Beschreibung und Abbildung der Mundwerkzeuge gegeben wurde. Der Nachweis gesonderter Ventralplatten, deren Vorhandensein Frl. Sollas bestreitet, wird wie auch die von ihrer Auffassung abweichende Deutung des Radialkanales und der Muskelansätze im folgenden nochmals näher geschildert werden. Wenn der Name des Verfassers von Frl. Sollas im weiteren Texte erwähnt wird, so geschieht es nur, um ihm vermeintliche Unrichtigkeiten vorzuwerfen.

Die Untersuchungsmethode. Das absprechende Urteil von Frl. Sollas über die vom Verfasser angewandte Untersuchungsmethode ist oben bereits mitgeteilt worden. Mit keinem Worte aber wird diese Methode irgendwie angedeutet, sodass der Leser, dem natürlich in weitaus den meisten Fällen meine frühere Arbeit nicht bekannt ist, sich selbst gar kein Urteil darüber bilden und seiner Phantasie freien Spielraum lassen kann, sich die paläontologischen Untersuchungsmethoden als auf irgend einem vorsintflutlichen Standpunkte stehen geblieben vorzustellen. Mit keinem Worte wird auch nur gesagt, worin der Nachteil der bisherigen Untersuchungsmethode besteht. Durch ein derartiges Verschweigen wird von vornherein eine Unparteilichkeit des Urteils nicht gerade bewiesen.

Das von mir früher untersuchte Material bestand aus drei Stücken, zwei der geologisch-paläontologischen Sammlung des Museums für Naturkunde in Berlin, eines dem Senckenbergischen Museum zu Frankfurt a. M. gehörig, die mir in liebenswürdigster Weise früher und auch jetzt wieder von den Herren Geheimer Bergrat Professor Dr. Branca und

Dr. Drevermann zur Untersuchung überlassen wurden. Keines dieser Stücke ist durch die Präparation zerstört worden, alle drei sind fast noch im gleichen Zustand wie früher vorhanden. Da wo die Arme bereits auseinander gebrochen und durch Leim wieder zusammengefügt waren, wurde, soweit die Möglichkeit dazu vorlag, eine sorgfältige Präparation der freien Gelenkfläche mit der geschärften Stahlnadel unter starker Vergrösserung einer Zeisschen Präparierlupe vorgenommen. Einige im Gestein isoliert umherliegende Wirbel und andere Skelettplatten wurden von den anhaftenden Gesteinspartikelchen durch öfteres Befeuchten mit Wasser und langsames Entfernen mittelst der Nadel befreit und rundherum freigelegt in ähnlicher Weise, wie etwa die Zoologen am lebenden Material durch Einlegen in Kalilauge die Wirbel von den Weichteilen befreien. Auf diese Weise konnten sämtliche Flächen der Armwirbel z. B. studiert werden, und wie dieselben sich dem Auge darbieten, mögen die leider nur etwas zu klein geratenen Photographien (Taf. III, Fig. 5) zeigen. Die beiden besser erhaltenen Exemplare, die zugleich die bekannte ventrale Einrollung der Arme zeigen, sind gleichfalls durch eine erst kürzlich gemachte Photographie wiedergegeben (Taf. III, Fig. 3 und 4), um zu beweisen, dass meine Präparationsmethode ihnen in keiner Weise Schaden zugefügt hat. Von dem dritten Stück, welches hier nicht abgebildet ist, wurden nur einige isolierte Platten, z. B. die abgebildeten Wirbel, herauspräpariert. Die neue Untersuchungsmethode von Frl. Sollas, die von ihrem Vater, Prof. W. J. Sollas[1]) in Oxford, bereits vor Jahren ausführlicher beschrieben wurde, und die zu den neuen, ganz hervorragenden Resultaten führen soll, besteht darin, dass von dem zu untersuchenden paläontologischen Materiale in ähnlicher Weise, wie es die Zoologen schon seit langem üben, feine Schnitt- bezw. Schliffserien hergestellt werden, deren Zeichnungen als Quer- oder Längsschnitte je nach der Lage der Schliffläche auf dünne Wachsplatten in starker Vergrösserung übertragen, ausgeschnitten und entsprechend übereinander geklebt werden, worauf man dann von diesen Originalen beliebig viele Abgüsse machen kann. Mit Hilfe dieser Methode, die übrigens, wie hier nur nebenbei bemerkt werden soll, durchaus nichts neues ist und auch in Deutschland schon mehrfach früher von Paläontologen angewandt wurde, hat Frl. Sollas nun ein Exemplar von Onychaster in

[1]) Sollas, W. J., Rep. Brit. Ass. 1901, p. 643. — Phil. Transact. B. 1903, vol. 196. — Philos. Transact. B. vol. 202, 1912, p. 231.

Längs- und Querschnitten untersucht, d. h. in dünne parallele Schnittserien zerlegt. Dieses zerschnittene Exemplar ist damit für eine jede andere Untersuchungsmethode natürlich vollkommen unbrauchbar geworden, während die von mir freigelegten Platten jeder Untersuchung zugänglich sind und ihre ursprüngliche Beschaffenheit vollkommen bewahrt haben.

Ob hiernach Frl. Igerna B. J. Sollas noch ihre scharfen Vorwürfe über die «Aufopferung von drei Exemplaren . . . durch eine heute gänzlich veraltete Methode» und «die Verschwendung des Materiales» aufrecht zu erhalten gedenkt, mag ihrem eigenen Gutdünken vorbehalten bleiben. Vielleicht würde mancher Sammlungsleiter jene Ausdrücke eher für ihre eigene Untersuchungsmethode passender halten, wenn er statt seines ganzen Exemplares eine Reihe von Schnittserien zurück erhält.

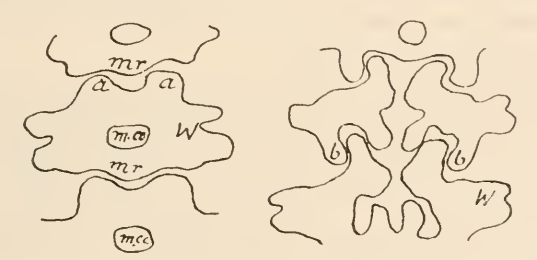
Wie die nach dieser gerühmten Untersuchungsmethode konstruierten Modelle aussehen, die der Beschreibung von Frl. Sollas zu Grunde gelegt werden, mögen zwei Kopien (Fig. 6 und 7, Tafel III), zeigen. Man vergleiche sie mit den beiden entsprechenden Figuren des Verfassers (Fig. 9 und 8, Tafel III), um zu entscheiden, welcher Präparationsmethode der Vorzug zu geben ist.

Was die von Frl. Sollas zugleich mit der Materialverschwendung gerügte Zeitverschwendung betrifft, so mag der Leser nach Durchsicht dieser Zeilen darüber ebenfalls sein Urteil fällen, worauf ich hier verzichte.

Beschreibung der Wirbel. (Nach Igerna B. J. Sollas, 1913.) Die Wirbel von Onychaster sind nach Angabe von Frl. Sollas (l. c. S. 52) von denen aller anderen Ophiuren mit Ausnahme vielleicht von Ophioteresis durch den Besitz eines schon von Meek und Worthen beschriebenen, vollkommen geschlossenen Radialkanales unterschieden, der gut über der Wirbelmitte in der Nachbarschaft der grossen Gelenkhöcker gelegen, ohne Zweifel den radialen Nervenstrang und das Wassergefäss enthielt. Ein anderer, geräumigerer, vertikal verlaufender Kanal endigt blind über dem Radialkanal und enthielt Teile der Leibeshöhle. Die Länge der Wirbel ist ventral kleiner als in der Nachbarschaft der Gelenkhöcker, was die ventrale Einrollung der Arme ermöglicht. Der Gegensatz zwischen einer mittleren, der Gelenkung dienenden Fläche, und seitlichen, der Anheftung von Muskeln dienenden Flügeln ist weniger scharf als bei den lebenden Formen, indem die Wirbel von Onychaster

nur einen schmalen dorsalen und lateralen Flügel tragen, der im unteren Teile seitlich geschlossen, im oberen durch eine longitudinale Furche geteilt ist. Zwei tiefe, vertikale Gruben liegen unterhalb des Radialkanales und dienen, ebenso wie die Flügel, der Anheftung der oberen und unteren Zwischenwirbelmuskel.

Die beiden proximalen und distalen Wirbelflächen tragen paarige, hervorragende Rücken (ridges R. R., Fig. 7 und 6, Tafel III), die, etwas oberhalb des Radialkanales beginnend, zur ventralen Ecke der Wirbel verlaufen. Diese Rücken der distalen Seite liegen ausserhalb derjenigen der proximalen Seite des folgenden Wirbels und umrahmen also dieselben. Lokale Anschwellungen dieser Rücken bilden die Hauptgelenkelemente (main elements in the articulation) mit alleiniger Ausnahme einer dorsalen, medianen Erhebung auf der Aboralfläche. Auf der proximalen Wirbelfläche sind die Rücken an ihren dorsalen Enden als ein paar gerundeter Vorsprünge (rounded prominences, a, a, Fig. 7, Taf. III) entwickelt, getrennt durch eine breite, mediane Grube, welche die mediane Erhebung der Distalfläche (median ridge, mr, Textfig. 1 A) aufnimmt. Unmittelbar unterhalb dieser Vorsprünge (a, a)



Figur 1 A. Figur 1 B.

Horizontalschnitte durch Wirbel von **Onychaster.** Kopie nach Sollas, l. c. Textfigur 1A, 1 B, S. 53.

a = paired anterior processes, b = paired posterior processes, m. cc = median vertical canal, mr = median ridge of the distal face, w = wing.

liegen zwei Gruben (pits, b′, b′, Fig. 7, Taf. III) zwischen den Rücken (R. R.) und den Flügeln, welche einwärts gekrümmte Vorsprünge der Aboralseite aufnehmen. Unter den Gruben liegen zwei starke Vorsprünge (pegs, c, c, Fig. 7, Taf. III), welche in tiefe Gruben (sockets) der Aboralfläche passen. Über den seitlichen Vorsprüngen (a) liegt ein mittlerer Rücken (median ridge), welcher keinen Teil an der Gelenkung nimmt.

Auf der distalen Seite (l. c. Pl. 8, Fig. 4) Taf. III, Fig. 6, bestehen die Gelenkelemente aus einem dorsalen, mittleren Vorsprung (median ridge, mr) zwei getrennten, flachen Gruben (shallow grooves, a' a'), paarigen Vorsprüngen (pegs, b, b) und paarigen, tiefen Gruben (sockets, c' c'). Unterhalb des Radialkanales, der rings von den erwähnten Gruben und Gelenkfortsätzen umrahmt wird, nehmen die paarigen Rücken der beiden Wirbelflächen noch Anteil an der Gelenkung, indem diejenigen der distalen Fläche die proximalen des folgenden Wirbels umfassen. Zwischen den beiden paarigen Rücken (R. R.) liegen in der unteren Wirbelhälfte grosse, tiefe Gruben, in der Mittellinie durch eine Erhebung (ridge, m) getrennt. Die Gruben enthalten wahrscheinlich die unteren Zwischenwirbelmuskeln. Die mittlere Erhebung, die nicht an der Gelenkung teilnimmt, ist auf der distalen Fläche deutlicher ausgeprägt als auf der proximalen.

Die Adambulacren gelenken an der Ventralfläche der Wirbel mit den äusseren Enden der paarigen Rücken (ridges, R. R.). Es sind längliche, vom Munde fortgeneigte Platten, die auf ihrem äusseren Rande vier, dem Munde zugerichtete Stacheln tragen. Sie ragen von ihrer Ansatzstelle nach innen gegen die Mittellinie vor und bedecken teilweise die Unterseite der Arme.

Ventral- und Dorsalplatten fehlen, dagegen wird die Ober- und Unterseite der Arme, wie Meek und Worthen bereits angaben, von kleinen, in einer dicken Haut steckenden Skelettplättchen bedeckt, die ihrerseits wieder auf ihrer Aussenseite Granula tragen.

Die distalen Armwirbel sind wenig länger als die proximalen, aber ihre Gelenkung ist die gleiche, und sie hängen nicht, wie Schöndorf angibt, ringsherum zusammen.

Beschreibung der Wirbel (nach Schöndorf 1909). Die vorstehende Darstellung der Armwirbel durch Frl. Sollas stimmt, was die Anordnung der Gelenkelemente auf den beiden Wirbelflächen betrifft, vollkommen mit meiner früheren überein, obwohl dies freilich von ihr im Texte mit keiner Silbe erwähnt wird. Nur in der Deutung des Radialkanales und der Ventralplatten, worin Frl. Sollas lediglich der älteren Auffassung von Meek und Worthen folgt, weichen unsere Darstellungen voneinander ab, was Frl. Sollas zu den bereits erwähnten scharfen Ausfällen gegen mich veranlasste. Die abweichende Deutung der Insertionsgruben für den unteren Zwischenwirbelmuskel wird am

Schlusse ihrer Arbeit von Frl. Sollas noch unentschieden gelassen. Ein Vergleich in der Reihenfolge ihrer vorstehend ausführlich mitgeteilten Beschreibung mag unsere wesentliche Übereinstimmung näher dartun.

Bei meiner früheren Beschreibung von Onychaster war ich von der durch H. Ludwig[1]) in meisterhafter Weise gegebenen Beschreibung der Armwirbel der lebenden Ophiarachna incrassata M. und Tr. ausgegangen, die wörtlich übernommen wurde (l. c. S. 50—53), ohne dass damit gesagt wurde, dass die lebende Ophiarachna der nächste Verwandte des fossilen Onychaster sei. Die durch Ludwigs vorzügliche Darstellungen in so klarer Weise bekannt gewordene Gelenkung von Ophiarachna sollte lediglich einem Vergleiche dienen, um die komplizierteren Verhältnisse der fossilen Form verständlich zu machen.

Der von Frl. Sollas erwähnte, blind endigende Vertikalkanal ist weiter nichts als der auf der dorsalen Fläche der Wirbel liegende, mediane Einschnitt, wie er in Analogie mit der durch Ludwig gegebenen Beschreibung der Wirbel der lebenden Schlangensterne von mir auch bei Onychaster (l. c. S. 55) als Fortsetzung der Leibeshöhle in die Arme aufgefasst wurde. Von einem blind endigenden Kanale kann hier also nicht gut gesprochen werden. Entgegen Frl. Sollas muss ich betonen, dass bei Onychaster der Gegensatz zwischen einer mittleren, die Gelenkflächen tragenden Partie der Wirbel und den randlichen Flügeln genau so scharf ausgeprägt ist, wie bei den lebenden Ophiuren, obwohl bei ersterem die kräftige Entwickelung der später zu beschreibenden «paarigen Rücken» (ridges, R. R.) die mittlere Partie auf Kosten der Flügel weiter ausdehnt. Dies mag bedingt sein durch die starke Einrollungsfähigkeit der Arme von Onychaster in ventraler Richtung.

Der seitliche Rand der proximalen Wirbel wird seiner ganzen Länge nach, nicht nur in seinem oberen Teile, wie Frl. Sollas angibt, durch eine dorsoventrale Furche geteilt. Im distalen Teile der Arme verschwindet die Furche am Seitenrande, und die beiden Flügel der adoralen und aboralen Wirbelfläche verschmelzen durch zwischengelagerte Wirbelsubstanz zu einem einheitlichen Stücke und bilden dadurch einen länglichen Zylinder genau in der gleichen Weise, wie es Ludwig,

[1]) Ludwig, H., Beiträge zur Anatomie der Ophiuren. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XXXI, Leipzig 1878, S. 348 ff.

(Schöndorf 1909, l. c. S. 51) von den lebenden Formen beschreibt. Damit ist nicht gesagt, wie Frl. Sollas mir fälschlicherweise am Schlusse dieses Kapitels vorwirft, dass die Gelenkung der distalen Wirbel miteinander eine andere ist als die der proximalen. Die Gelenkflächen der distalen Wirbel, die ich übrigens an meinem Materiale garnicht genauer beobachten konnte, werden genau die gleichen sein wie die der proximalen, nur die Ausbildung der Randpartie ist insofern eine andere, als die dorsoventrale (longitudinale, Sollas) Furche fehlt und die Wirbel dadurch eine zylindrische Gestalt erhalten, was zu einem fast vollkommenen randlichen Schlusse führt, wie es bei den lebenden und vielen triassischen Formen ebenfalls zu sehen ist.

Das Vorhandensein von tiefen, vertikal in die Länge gezogenen Gruben auf der unteren Wirbelpartie ist von mir ebenfalls beschrieben und in den Figuren (1909, l. c. Taf. VI, Fig. 7 gr_2) angegeben worden. (Vergl. auch beifolgende Tafel III, Fig. 8 u. 9.). Wenn Frl. Sollas in diese Gruben ohne weiteres die Ansatzstellen der unteren Zwischenwirbelmuskeln verlegt, so ist sie zwar den Beweis dafür schuldig geblieben, aber aus anderen Gründen kann man ihr darin trotzdem zustimmen.

In der früheren Arbeit hatte ich für die Insertion der oberen und unteren Zwischenwirbelmuskel bei Onychaster die randliche Partie der Wirbel, die sog. Flügel, in Anspruch genommen, weil dieses Feld mit demjenigen der lebenden Ophiuren seiner Lage nach übereinstimmte. Diese Annahme wurde noch bestärkt dadurch, dass der Flügel auch bei Onychaster wie bei Ophiarachna durch eine Querleiste (m Taf. III, Fig. 8 u. 9) in ein oberes und ein unteres Feld geteilt wird, was unmittelbar zu dem Schluss berechtigte, dass das obere Feld den oberen, das untere den unteren Zwischenwirbelmuskel enthalte (vergl. hierzu auch Taf. III, Fig. 10 u. 12). Frl. Sollas leugnet zwar das Vorhandensein dieser Querleiste, aber eine nochmalige Nachprüfung der Originale zeigte deutlich, dass sie auf mehreren Wirbeln vorhanden ist, auf der adoralen Fläche schwächer als auf der aboralen, deren äusseren Rand sie sogar entsprechend in seiner Kontur beeinflusste. Immerhin stimme ich heute darin Frl. Sollas bei, dass der untere Zwischenwirbelmuskel nicht auf dem randlichen Flügel, sondern in den grossen median gelegenen Gruben (gr_2, Taf. III, Fig. 8 u. 9) inserierte und zwar aus folgendem Grunde.

Vergleicht man einen Wirbel von Onychaster mit einem solchen von Ophiarachna (Taf. III, Fig. 9 u. 12), so ergibt sich entgegen der Behauptung von Frl. Sollas unter der Annahme, dass die Gruben (gr_2) bei Onychaster den unteren Zwischenwirbelmuskel enthielten, eine noch grössere Übereinstimmung zwischen Onychaster und den lebenden Seesternen. Der Querleiste (m) der letzteren (Fig. 12 m) würde dann nicht die Leiste (m) bei Onychaster (Fig. 9) entsprechen, sondern die bogenförmig geschwungenen Wülste, die die Gelenkhöcker tragen. Ihr Verlauf stimmt sehr gut mit den analogen Verhältnissen bei Ophiarachna überein, wie ein Vergleich der beiden Figuren zeigt. Die Deutung des Radialkanales und der Gelenkelemente wird dadurch in keiner Weise beeinflusst. Die Querleiste (m) auf den Flügeln der Armwirbel bei Onychaster besässe demnach keine Analogie bei den lebenden Schlangensternen und würde einfach als kleine Anschwellung aufzufassen sein. Ob das ganze randliche Feld vom oberen Zwischenwirbelmuskel eingenommen wird, ist zweifelhaft. Der untere Teil könnte wohl frei davon geblieben sein. Die Annahme von Frl. Sollas, auf der allein sie ihre andersartige Auffassung dieser Muskelgruben zu stützen sucht, dass nämlich der obere Zwischenwirbelmuskel in seinem unteren Teil als flexor, in seinem oberen als extensor diente, ist nur eine blosse Annahme, die sich durch nichts beweisen lässt. Die kräftige Entwicklung des unteren Zwischenwirbelmuskels ist erklärlich, wenn man die starke Einrollungsfähigkeit dieser Form (Taf. III, Fig. 3 u. 4) betrachtet.

Die beiden «paarigen Rücken» (ridges R. R.) treten auf beiden Wirbelflächen (vergl. Taf. III, Fig. 8 u. 9) deutlich hervor, und ihr Verlauf stimmt mit der Darstellung von Frl. Sollas gut überein. Auch die Tatsache, dass sie auf der distalen Fläche weiter gestellt sind als auf der proximalen, ist bereits von mir konstatiert worden (1909, l. c. S. 56, Taf. VI, Fig. 6).

Die «gerundeten Vorsprünge» (roundet prominences a a) der proximalen (adoralen) Wirbelfläche entsprechen genau meinen oberen Gelenkhöckern (k_1), die zwischen ihnen liegende, unpaare Grube (t_1), welche den oberen Gelenkhöcker (mr, Sollas, t, Schöndorf) der distalen Fläche aufnimmt, ist jedoch nicht so breit, wie Frl. Sollas angibt, welche den ganzen zwischen den Höckern liegenden Zwischenraum dafür ansah.

Die unmittelbar unterhalb dieser Höcker (a, a, bezw. k_1) liegenden Gruben (pits b′ b′ sind wiederum genau in der gleichen Lage schon

von mir beschrieben worden (1909, l. c. S. 56), desgleichen auch die charakteristische Einwärtskrümmung der ihnen entsprechenden beiden Gelenkhöcker (a, Fig. 9, Taf. III) der distalen Wirbelfläche. Die unterhalb dieser Gruben liegenden starken Vorsprünge (pegs c, c) entsprechen den Gelenkhöckern a' (1909, Taf. VI, Fig. 8), deren stärkeres Hervorragen gleichfalls von mir an dieser Stelle betont wurde. Die ihnen entsprechenden Gruben der distalen Fläche sind ebenfalls angegeben (1909, l. c. Taf. VI, Fig. 7 a').

Der mittlere, dorsale, unpaare, nicht an der Gelenkung teilnehmende «Rücken» ist nichts weiter als der obere Teil der Verwachsungsnaht.

Von den Gelenkelementen der distalen (aboralen) Wirbelfläche (vergl. Taf. III, Fig. 9) entspricht der mittlere Vorsprung (median ridge, mr) meinem medianen Gelenkkopf (t), die beiden Gruben (shallow grooves a' a') entsprechen meinen beiden Gruben (gr_1), den Vorsprüngen (pegs, b, b) die lateralen, oberen Gelenkhöcker (a) und den paarigen, tiefen Gruben (sockets c', c') die beiden Gelenkgruben a'. Dass die dem ventralen Rande zulaufenden, geschwungenen Ausläufer («paarige Rücken») der Gelenkhöcker auf der distalen Seite weitergestellt sind als auf der proximalen, ist, wie schon erwähnt wurde, ebenfalls von mir konstatiert worden.

Über die abweichende Deutung der tiefen Gruben (gr_2, Taf. III, Fig. 8 u. 9) ist schon gesprochen worden. Der sie trennende «Rücken» (ridge m) ist identisch mit der früher beschriebenen erhabenen Verwachsungsnaht, die überall deutlich zu erkennen ist. Ihr stärkeres Hervortreten auf der distalen Fläche wurde gleichfalls schon 1909 hervorgehoben (l. c. S. 54).

Aus diesem Vergleiche der Darstellung der Armwirbel durch Frl. Sollas 1913 und derjenigen durch Schöndorf 1909 ergibt sich, dass beide Beschreibungen mit alleiniger Ausnahme der Insertion des unteren Zwischenwirbelmuskels und der noch zu besprechenden Lage des Radialkanals nicht nur im allgemeinen, sondern sogar in allen Details übereinstimmen, ohne dass Frl. Sollas darauf auch nur im geringsten hinweist.

Vergleicht man nun, wie ich es früher schon getan habe, einen Wirbel von Ophiarachna incrassata nach der durch Ludwig gegebenen Beschreibung mit einem solchen von Onychaster, wie es bereits früher

(1909) geschah, so zeigt sich eine auffallende Übereinstimmung. (Vergl. hierzu Taf. III, Fig. 8—12.)

Auf der proximalen (adoralen) Wirbelfläche (Fig. 10) sind nach Ludwig (1909, l. c., S. 52) zwei laterale, obere Gelenkgruben (a'), eine mediane, untere Gelenkgrube (f'), eine medianer, oberer Gelenkhöcker (b') und zwei laterale, untere Gelenkhöcker (d') zu unterscheiden. Diesen entsprechen bei Onychaster (Fig. 8) zwei obere, laterale Gelenkgruben, die zwischen den Gelenkhöckern (k_1 und a') liegen. die mediane Gelenkgrube (t'), die beiden Gelenkhöcker (k_1 und a'). Der Unterschied zwischen beiden besteht nur darin, dass an Stelle des oberen, medianen, unpaaren Höckers (b') von Ophiarachna zwei laterale Gelenkhöcker (k_1) bei Onychaster vorhanden sind, worauf ich gleich zu sprechen komme. Eine die Flügel teilende Querleiste (m) ist in beiden Fällen wenn auch in etwas abweichender Lage vorhanden, wie bereits vorher erwähnt wurde. Betreffs Deutung der grossen vertikalen Gruben (gr_2) als Insertionsflächen für den unteren Zwischenwirbelmuskel ist alles nötige oben bereits gesagt worden.

Das Vorhandensein von zwei lateralen, oberen Gelenkhöckern (k_1) bei Onychaster an Stelle des unpaaren, medianen Gelenkhöckers (b') bei Ophiarachna erklärt sich daraus, dass die Wirbel bei Onychaster viel primitiver sind als bei den lebenden Seesternen, weshalb die Verschmelzung der beiden Wirbelhälften noch nicht so innig war, wie es bei den späteren Formen der Fall ist. Es besteht in der Entwicklung der fossilen Ophiuren die Tendenz, die Wirbelhälften immer inniger miteinander zu verschmelzen, sie immer mehr in der Medianlinie zusammen zu drängen. Dies muss notwendigerweise zu einer Verschmelzung der beiden oberen, lateralen Höcker (k_1) bei Onychaster zu einem einzigen bei Ophiarachna (b') führen, der, wie Ludwig angibt, ebenso wie die unpaare Gelenkgrube (f') zwei Gelenkflächen aufweist, also augenscheinlich aus zweien verschmolzen ist. Der hierdurch angedeutete ursprüngliche Zustand ist also bei Onychaster noch vorhanden. Es sind übrigens auch bei lebenden Ophiuren auf den proximalen Wirbeln zwei laterale, obere Gelenkhöcker bezw. Gelenkgruben (vergl. Taf. III, Fig. 11 und bei Ludwig l. c. Taf. XXIV, Fig. 3) vorhanden, worauf ebenfalls früher schon von mir hingewiesen wurde. Frl. Sollas rügt nun das Fehlen einer zu der Kopie des dritten Wirbels (Taf. III, Fig. 11) gehörigen ausführlichen Beschreibung im Texte, die aber in der seiner Zeit gegebenen Zusammenstellung der Abbildungen durchaus entbehrlich ist. Durch ein

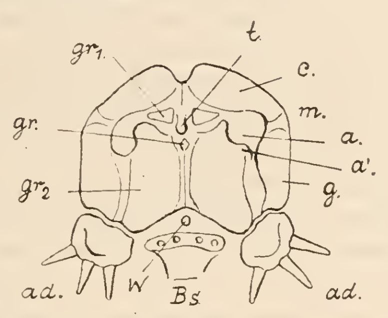
engeres Aneinanderrücken der beiden Wirbelhälften in der Medianlinie rücken auch die unter den Gelenkhöckern liegenden, grossen, ventralen Gruben (gr_2) mehr zusammen, die sie nach aussen begrenzenden geschwungenen Wülste werden ventralwärts nach aussen gedrängt, und bilden dann, wenn diese Deutung richtig ist, die Trennungsleiste (m Figur 10 u. 12 Taf. III) der beiden Zwischenwirbelmuskel.

Der Einschnitt auf der Dorsalseite der Wirbel von Onychaster entspricht genau dem gleichen auf der Oberseite der Wirbel von Ophiarachna, der eine Fortsetzung der Leibeshöhle in die Arme darstellt. Der ventrale Ausschnitt, der bei den lebenden Ophiuren das Wassergefäss und den Nervenstrang enthält, dürfte in gleicher Weise mit demjenigen auf der Unterseite der Wirbel von Onychaster zu identifizieren sein, d. h. mit anderen Worten: auch bei Onychaster verläuft das radiale Wassergefäss am Grunde der Wirbel in einer nach aussen offenen Rinne der Ambulacren genau wie bei den lebenden Formen und nicht in einem, die Wirbelsubstanz durchbohrenden Radialkanal. Diese Schlussfolgerung darf bei der grossen Übereinstimmung der Wirbel von Onychaster mit denen der lebenden Schlangensterne, wie sie im vorstehenden und in der früheren Abhandlung ausführlich geschildert wurde, als sicher gelten, und ein Blick auf die einander entsprechenden Abbildungen (vergl. Taf. III, Fig. 8—12) lässt es nicht nötig erscheinen, für Onychaster eine von den lebenden Ophiuren in dieser Hinsicht abweichende Organisation anzunehmen.

Die Adambulacren sind gleichfalls von mir nachgewiesen und abgebildet worden (1909, l. c. Taf. VI, Fig. 20), vergl. Textfig. 2. Auch ihre Gelenkung mit dem ventralen, abradialen Rande der Wirbel und ihre Stachelbewaffnung ist damals bereits beschrieben worden (1909, l. c. S. 58).

Den Besitz von Ventralplatten habe ich durch eine entsprechende Abbildung und Beschreibung (1909, Taf. VI, Fig. 20 u. 9, S. 58) nachweisen können, und ich kann Frl. Sollas nicht darin beipflichten, dass diese Platten bei Onychaster fehlen. Sie scheint, ihrer Beschreibung nach zu urteilen, die Ventralplatten, die vollkommen isoliert die ventrale Furche der Armwirbel bedecken, teilweise mit den Adambulacren verwechselt zu haben, die aber eine ganz andere Form und Lage besitzen. In dem Nachweis getrennter Adambulacren und Ventralplatten sehe ich

wiederum eine deutliche Übereinstimmung mit den lebenden Ophiuren. Onychaster ist nur insofern primitiver, als hier die Adambulacren noch nicht vollkommen von den Wirbeln losgelöst und zu Seitenschildern geworden sind, sondern noch mit den Ambulacren gelenkig zusammenhängen, während die ventrale Furche bereits durch besondere ventrale Platten nach aussen geschlossen war.



Figur 2.

Onychaster flexilis Meek und Worthen.

Armwirbel mit Adambulacren und Bauchschild von der aboralen (distalen) Fläche gesehen. (ca. 7 × nat. Gr.)

a = lateraler oberer Gelenkhöcker, a' = Grube für den Höcker (a') der adoralen Fläche, ad = Adambulacren, Bs = Bauchschild, die Stacheln sind fortgelassen, ihre Ansatzstellen jedoch angegeben, c = Insertionsfeld für den oberen Zwischenwirbelmuskel, g = Insertionsfeld für den unteren oberen (?) Zwischenwirbelmuskel, gr = unpaare mediane Grube, gr_1 = Gruben für den Höcker (k_1) der adoralen Fläche, gr_2 = grosse Gruben im zentralen Teil der Wirbel für die Insertion der unteren Zwischenwirbelmuskel, t = unpaarer medianer Gelenkhöcker, w = Lage des radiären Wassergfässes.

Der Besitz von Dorsalschildern bei Onychaster wird von Frl. Sollas ebenfalls bestritten, dabei aber gesagt, dass die Oberfläche der Wirbel von kleinen granulierten Platten bedeckt wird. Ich habe seinerzeit drei solcher longitudinal angeordneter Plattenreihen beobachten können, die auf der Aussenseite kleine Granula tragen. Ob man diese Platten als Dorsalschilder bezeichnen will oder nicht, ist schliesslich nebensächlich, wichtig ist nur, dass die Oberseite der Armwirbel von Onychaster von selbständigen Plättchen bedeckt wird, die ihrer Lage nach den Dorsalschildern der lebenden Formen entsprechen.

Betreffs der Form und Gelenkung der distalen Wirbel, deren Zusammenschluss Frl. Sollas ebenfalls bestreitet, ist das nötige bereits vorher gesagt worden.

Wirbelkanäle. Die durch Frl. Sollas beschriebenen und in mehreren Textfiguren eingezeichneten, die Wirbel durchbohrenden Kanäle sind in Wirklichkeit nicht vorhanden. Ihr «Nachweis» durch die Schnittserien erklärt sich einfach folgendermafsen. In Vertikalschnitten, die nur wenig unterhalb der Aussenfläche der Adoral- oder Aboralseite den Wirbel durchschneiden, wird natürlich die unpaare Mediangrube (Taf. III, Fig. 8 u. 9 gr) als Durchbohrung der Wirbelsubstanz erscheinen und dadurch das Vorhandensein eines durchgehenden, rings geschlossenen Kanals vortäuschen, in den Frl. Sollas das radiale Wassergefäss verlegt. Schnitte, die genau durch den Mittelpunkt der Wirbel geführt werden, treffen keine Durchbohrung, sondern den massiven Wirbelkörper, wie man sich leicht an den isolierten Wirbeln überzeugen kann. Das gleiche gilt von den vertikalen und horizontalen Kanälen. Der Vertikalkanal in der dorsalen Medianlinie der Arme ist, wie bereits erwähnt wurde, nichts weiter als der obere Ausschnitt der Wirbel, die Horizontalkanäle sind die Verbindungen dieses Ausschnittes mit den die Seitenfläche der Wirbel teilenden longitudinalen Furchen. Es sind nur oberflächliche Furchen, wie sie auch auf den Wirbel der Lebenden vorkommen, aber keine, die Wirbelsubstanz durchdringenden Kanäle. Die vom radialen Wassergefäss ausstrahlenden Seitenzweige lagen nicht innerhalb der Wirbel, sondern verliefen auf der Unterseite der Wirbel in Furchen, die sich dort noch deutlich nachweisen lassen, wie ich es früher gezeigt habe (1909, l. c. Taf. VI, Fig. 6). Es ist von vornherein unwahrscheinlich, dass die in Vielem so sehr primitiven Wirbel von Onychaster gerade im Verlauf der Kanäle die hoch spezialisierten Verhältnisse der lebenden Formen aufweisen sollen.

Mundskelett. Frl. Sollas widmet dem Mundskelett von Onychaster eine ausführliche Betrachtung und kommt zum Schlusse, dass dasselbe im wesentlichen mit demjenigen der lebenden Ophiuren übereinstimmt. Bei Onychaster ist bereits ein Torus angularis mit Zähnen nachweisbar, und auch die Verschmelzung von adambulacralen und ambulacralen Elementen zur Bildung der Kiefer ist eine ähnliche. Diesen Ausführungen kann man im allgemeinen zustimmen. Es war mir früher nicht möglich gewesen, diese Verhältnisse so genau, wie es wünschenswert war, zu studieren. Immerhin konnte ich ein Mundeckstück vollkommen freilegen und von verschiedenen Seiten beschreiben und abbilden (1909, l. c. S. 59, Taf. VI, Fig. 13—17), was Frl. Sollas wiederum vollkommen mit Stillschweigen übergeht. Vergleicht man z. B. die frühere

Abbildung des Mundeckstückes (1909, l. c. Taf. VI, Fig. 13) mit dem von Frl. Sollas konstruierten Modell (1913, l. c. pl. 8, Fig. 6), so zeigt sich eine auffallende Ähnlichkeit, was billigerweise einer Erwähnung wert gewesen wäre, zumal damit die alte falsche Rosettendarstellung von Meek und Worthen berichtigt war. Ich behalte mir vor, diese Verhältnisse an anderem Vergleichsmaterial genauer zu schildern.

Zum Schlusse stellt Frl. Sollas noch Vergleiche an mit lebenden Ophiuren aus der Gruppe der Streptophiureae und Zygophiureae, und weist nach, dass die erstere zahlreiche Formen enthält, deren Wirbelgelenkung sicher zygophiuroid ist, und dass, wenn diese Einteilung aufrecht erhalten bleiben soll, dies sicherlich nicht auf Grund der Verschiedenheit der Wirbelflächen geschehen kann. Wenn die systematische Einteilung der Ophiuren nach der verschiedenen Ausbildung der Wirbelflächen (Streptophiureae, Zygophiureae usw.) schon bei den lebenden auf Schwierigkeiten und oft zu vollkommen unhaltbaren Zusammenstellungen führt, wieviel mehr ist diese Einteilung erst für die fossilen zu verwerfen, welche, was die paläozoischen Formen anbetrifft, die Gelenkung infolge ihrer gewöhnlichen Erhaltung als Abdruck so gut wie garnicht studieren lassen. Ein jeder Versuch, die fossilen Ophiuren in dieses zoologische System [1]) zu zwingen, muss als nutzlos betrachtet werden. Auf die weiteren Ausführungen von Frl. Sollas, welche Acrura squamosa E. Pic. aus der Trias und Ophioderma egertoni aus dem Lias und Lapworthura aus dem Silur betreffen, soll, da sie sich nicht speziell auf Streitfragen hinsichtlich Onychaster beziehen, nicht näher eingegangen werden.

Zusammenfassung. Durch den vorstehenden, vielleicht etwas ausführlicher als nötig, angestellten Vergleich der vor kurzem (1913) durch Frl. Igerna B. J. Sollas und früher (1909) von Schöndorf gegebenen Darstellung von Onychaster glaube ich gezeigt zu haben, dass Frl. Sollas ihre eingangs mitgeteilten schroffen Vorwürfe hinsichtlich «Aufopferung dreier wertvoller Exemplare von Onychaster», der «Verschwendung von Zeit und Material» vollkommen aus der Luft gegriffen hat, da sämtliche Stücke unverletzt noch vorhanden sind und meine frühere Beschreibung der Gelenkung der Armwirbel fast genau mit ihrer eigenen übereinstimmt. Danach dürften auch die abfälligen Worte über

[1]) Vergl. hierzu die Bemerkungen in Schöndorf, Fr.: Über einige „Ophiuriden und Asteriden“ usw. Diese Jahrb., 63. Jahrg. 1909.

die bisher angewandte «gänzlich veraltete Untersuchungsmethode» erledigt sein. Die durch meine mehrere Jahre älteren Untersuchungen zu Tage geförderten Resultate sind von Frl. Sollas im Gegensatz zu denjenigen älterer amerikanischer Autoren absichtlich verschwiegen worden, genau wie alle Übereinstimmungen in unserer beiderseitigen Beschreibung. Frl. Sollas hat es ferner nicht für nötig erachtet, ihre Angriffe und abfälligen Bemerkungen auch nur im geringsten durch einen genaueren Vergleich der Darstellungen wissenschaftlich zu begründen. Jeder unbefangene Leser wird durch den in dieser Erwiderung angestellten Vergleich der Wirbel von Onychaster und einer lebenden Ophiure zugeben mussen, dass die von mir früher gegebene Deutung sehr viel besser den Tatsachen gerecht wird, als die seinerzeit von Meek und Worthen und neuerdings wieder durch Frl. Sollas vertretene Auffassung.

Wie Frl. Sollas hiernach noch ihre Vorwürfe und abfälligen Bemerkungen aufrecht erhalten will, bleibe ihr selbst, das Urteil über eine derartige Angriffsweise und die Vorzüge der neuen, mit solcher Emphase empfohlenen Untersuchungsmethode den Fachgenossen überlassen.

Der Grund für eine so eigenartige Angriffsweise ist mir bisher nicht recht ersichtlich geworden, aber schon Goethe liess seinen Tasso sagen: So fühlt man Absicht und man ist verstimmt.

Hannover, den 15. September 1913.

Erklärung zu Tafel III, Figur 3—12.

Figur 3—9: **Onychaster flexilis Meek und Worthen.**

Figur 3. Seitenansicht mit ventralwärts eingerollten Armen. Original im Senckenberg. Mus. zu Frankfurt a. M. (2/3 nat. Gr.)

Figur 4. Desgl. Original im Mus. f. Naturkunde zu Berlin (2/3 nat. Gr.)

Figur 5. Isolierte Wirbel. (2/3 nat. Gr.)

Figür 6. Modell der Aboralfläche eines Wirbels. Kopie nach Frl. Sollas (l. c. Tafel 8, Figur 4). (7 1/2 × nat. Gr.)

Figur 7. Modell der Adoralfläche eines Wirbels. Kopie nach Frl. Sollas (l. c. Tafel 8, Figur 3). (7 1/2 × nat. Gr.)

a, c = paired anterior processes, b = paired posterior processes, m = median ridge, ad = adambulacral plate. R = ridges, mr = median posterior ridge, a' = shallow grooves, c' = sockets, b' = pits.

Figur 8. Ansicht der Adoralfläche eines Wirbels. Kopie nach Schöndorf (1909, l. c. Tafel VI, Figur 8). (Ca. 7 × nat. Gr.)

a' = lateraler unterer Gelenkhöcker, c' = Insertionsfeld des oberen Zwischenwirbelmuskels, g = früher als Insertionsfeld des unteren Zwischenwirbelmuskels gedeutet, gr = unpaare mediane Grube, k_1 = oberer Gelenkhöcker, m = Querleiste auf den Flügeln, t' = Grube für den oberen unpaaren Gelenkhöcker (t) der aboralen Fläche, s = ventraler Vorsprung der Seitenwülste der adoralen Fläche.

Figur 9. Ansicht der Aboralfläche eines Wirbels. Kopie nach Schöndorf (1909, l. c. Tafel VI, Figur 7). (Ca. 7 × nat. Gr.)

a = lateraler oberer Gelenkhöcker, a' = Gruben für die lateralen unteren Gelenkhöcker der Adoralseite, c = Insertionsfeld der oberen Zwischenwirbelmuskel, g = früher als Insertionsfeld für den unteren Zwischenwirbelmuskel gedeutet, gr = mediane unpaare Grube, gr_1 = obere Gelenkgruben für die Höcker (k_1) der Adoralfläche, gr_2 = grosse Gruben der zentralen Wirbelfläche, wahrscheinlich Insertionsflächen für den unteren Zwischenwirbelmuskel, t = unpaarer medianer Gelenkhöcker.

Figur 10—12: **Ophiarachna incrassata Müller und Tr.**

Kopie nach Ludwig. (Kopie aus Schöndorf 1909, l. c. Taf. VI, Fig. 1—3.)

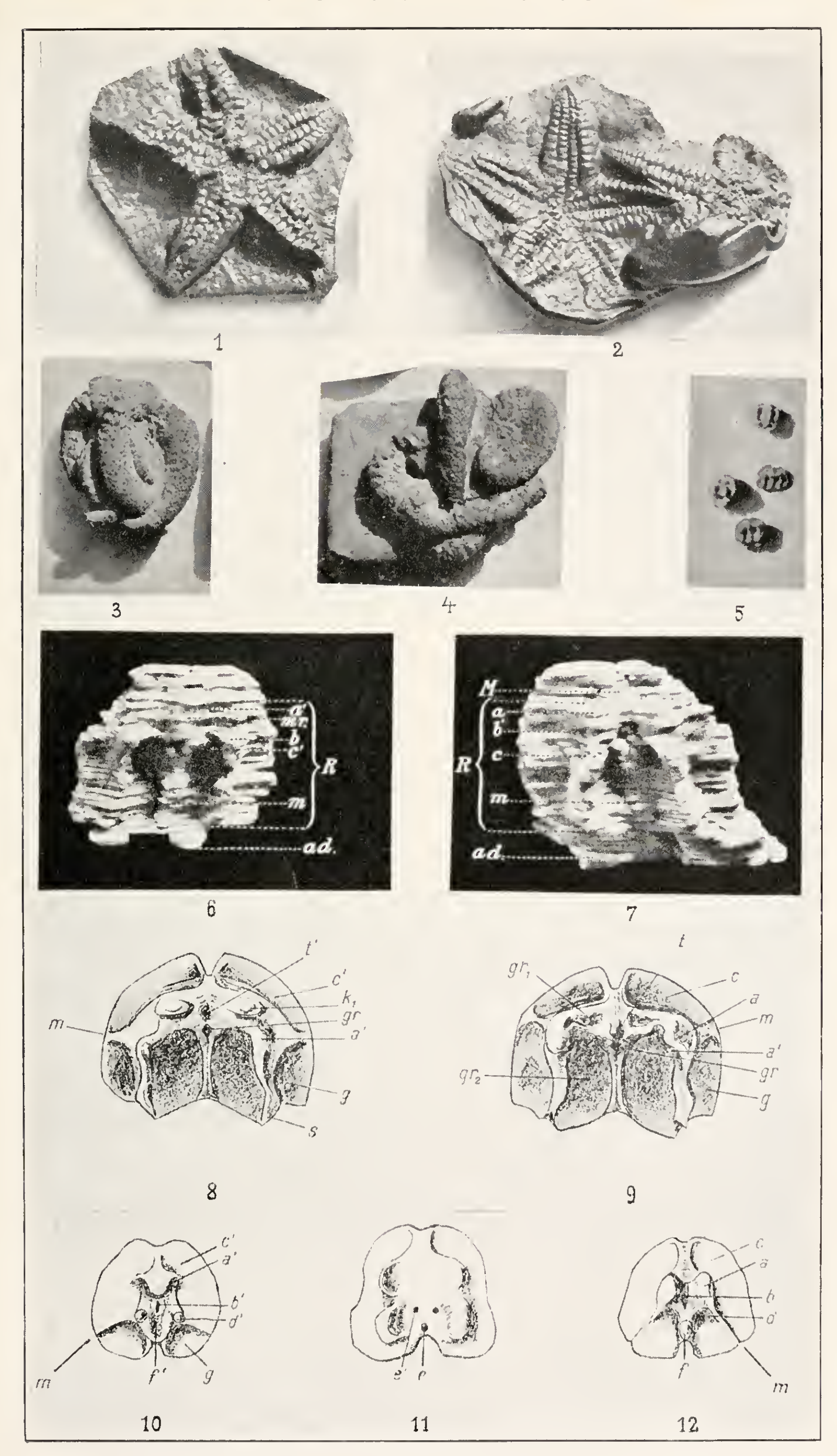
Figur 10. Proximaler Armwirbel von der Adoralseite.

Figur 11. Dritter Armwirbel von der Adoralseite.

Figur 12. Proximaler Armwirbel von der Aboralseite.

a = oberer lateraler Gelenkfortsatz der aboralen Seite, a' = obere laterale Gelenkgrube der adoralen Seite, b = obere mediane Gelenkgrube der aboralen Seite, b' = oberer medianer Gelenkhöcker der adoralen Seite, c, c' = Flügelfortsatz des Wirbels, Ansatzfläche für den oberen Zwischenwirbelmuskel, d = untere laterale Gelenkgrube der aboralen Seite, d' = unterer lateraler Gelenkhöcker der adoralen Seite, e = Kanal zum Durchtritt des radiären Wassergefässes, e' = Öffnung zum Eintritt der Wassergefässzweige zum Füsschen, f = unterer medianer Gelenkhöcker der aboralen Seite, f' = untere mediane Gelenkgrube der adoralen Seite, g = Grube für den unteren Zwischenwirbelmuskel, m = Leiste zwischen dem Insertionsfeld des oberen und unteren Zwischenwirbelmuskels.

Die in der früheren Kopie (1909, l. c. Taf. VI, Fig. 2) eingetragene Bezeichnung (k) für die zwischen den Gruben (a') der adoralen Seite liegende mediane Erhebung ist der Deutlichkeit halber in Figur 10 fortgelassen.


1
2
3
4
5
a'
mr
b
c'
R
m
ad.
6
M
a
b
c
R
m
ad.
7
t'
c'
k_1
gr
a'
m
g
s
8
t
gr_1
c
a
m
a'
gr
gr_2
g
9
c'
a'
b'
d'
m
f'
g
10
e'
e
11
c
a
b
d
f
m
12